Unix

ไพโรจน์ ไววานิชกิจ

ก้าวแรก... สู่โลก UNIX ตอนที่ 6 (ระบบเครือข่าย)

กล่าวถึงเทคนิคเกี่ยวกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์พอสังเขป และเรื่องของชุดคำสั่งต่าง ๆ ที่ใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานภายในเครือข่าย

บทความตอนนี้จะได้กล่าวถึงความสามารถของระบบปฏิบัติการ UNIX ในการให้บริการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานซึ่งอยู่ภายในเครือข่ายเดียวกันหรือต่างเครือข่ายกัน โดยจะกล่าวถึงเทคนิคเกี่ยวกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์พอสังเขป จากนั้นจึงจะเป็นเรื่องของชุดคำสั่งต่าง ๆ ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานภายในเครือข่ายซึ่งจะต่อเนื่องไปจนถึงฉบับหน้า ผู้อ่านที่สนใจแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นสามารถติดต่อมายังผู้เขียนได้ที่ wpairoj@hotmail.com

เครือข่ายคอมพิวเตอร์

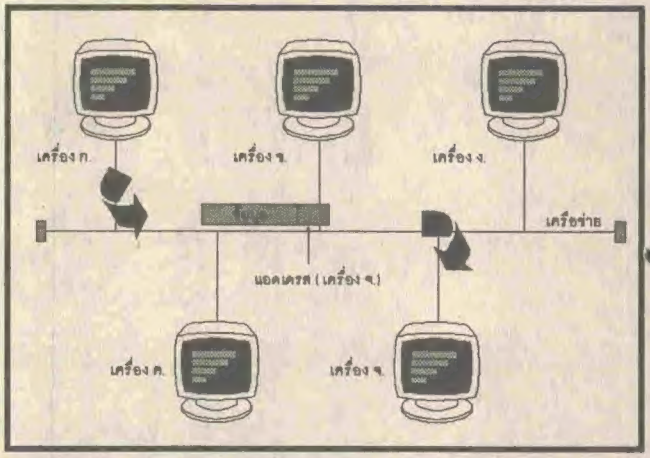
ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์หรือ computer networking เป็นสิ่งที่ได้รับการกล่าวถึงกันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน หากมองย้อนกลับไปที่เครื่องคอมพิวเตอร์ในยุคต้น ๆ จะเห็นได้ว่าต่างก็มีลักษณะเป็นเครื่องที่ทำงานประมวลผลด้วยตัวเองอย่างอิสระ (stand-alone machine) โดยผู้ใช้งานจะต้องทำงานโดยการป้อนหรือรับข้อมูลโดยตรงกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ตนต้องการติดต่อเท่านั้น หากต้องการจะถ่ายโอนหรือย้ายข้อมูลจากคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่งก็จะต้องกระทำโดยการทำสำเนาข้อมูลผ่านอุปกรณ์ตัวกลาง (media) อื่น ๆ จากเครื่องคอมพิวเตอร์ต้นทางแล้วจึงถ่ายเทข้อมูลจากตัวกลางนั้นไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทาง ตัวอย่างของอุปกรณ์ตัวกลางเหล่านั้นก็ได้แก่ บัตรเจาะ แผ่นดิสก์ หรือเทปแม่เหล็ก เป็นต้น

ต่อมาได้มีการออกแบบระบบสื่อสารให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถใช้เป็นเส้นทางในการรับส่งข้อมูลระหว่างกันได้ แม้ในระยะแรก ๆ จะเป็นการติดต่อผ่านพอร์ตสื่อสารแบบอนุกรม (serial port) ซึ่งมีอัตราเร็วในการรับส่งค่อนข้างต่ำก็ตาม (ประมาณ 300 บิตต่อวินาที) แต่ก็ถือเป็นการเบิกทางให้กับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต่าง ๆ บนเครื่องคอมพิวเตอร์ให้สามารถรองรับการสื่อสารข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรมใช้งานซึ่งยังคงสืบทอดมาจนถึงปัจจุบันก็ได้แก่ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ระบบกระดานข่าวสาร (Bullentin Board System หรือ BBS) และการส่งข่าวผ่านเครือข่าย เป็นต้น

ช่วงระยะเวลาไม่กี่สิบปีที่ผ่านมา เทคโนโลยีเครือข่ายได้รับการพัฒนาให้ก้าวหน้าไปมาก เครือข่ายคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันได้รับการออกแบบให้รองรับอัตราเร็วในการส่งผ่านข้อมูลได้มากเป็นพันล้านบิตต่อวินาทีสำหรับเครือข่ายเชื่อมโยงระหว่างประเทศ หรือหลายร้อยล้านบิตต่อวินาทีสำหรับเครือข่ายภายในองค์กร เครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เครื่องเวิร์กสเตชัน มินิคอมพิวเตอร์ หรือแม้กระทั่งเมนเฟรม ต่างก็ได้รับการออกแบบให้สามารถเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้ มีการรวมเครือข่ายคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ทั่วโลกมาเชื่อมต่อกันเกิดเป็นอภิมหาเครือข่าย ซึ่งมีชื่อเรียกว่า "อินเทอร์เน็ต" อันเป็นแหล่งเครือข่ายที่มีข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ มหาศาลบรรจุอยู่

เนื่องจากระบบปฏิบัติการ UNIX ได้ถือกำเนิดขึ้นมาในช่วงเวลาที่แนวคิดในเรื่องของเครือข่ายคอมพิวเตอร์กำลังได้รับการหยิบยกมาพัฒนาให้เกิดเป็นรูปธรรมขึ้น ความสามารถในการติดต่อสื่อสารกับระบบเครือข่ายจึงเป็นคุณสมบัติอีกประการหนึ่งของระบบปฏิบัติการ UNIX โปรแกรมประยุกต์หรือยูทิลิตี้หลายประเภทได้รับการผนวกเข้าไว้ร่วมเป็นส่วนหนึ่งของ UNIX เพื่อเอื้อประโยชน์ให้กับผู้ใช้งานในการดำเนินการสื่อสารข้ามเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เมื่อพิจารณาถึงระบบการภายในของ UNIX แล้วจะพบว่ามีการกำหนดโปรเซสพิเศษชนิดหนึ่งซึ่งเรียกกันว่า "เดมอน" (daemon) คอยทำหน้าที่ตรวจสอบการรับส่งข่าวสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับระบบเครือข่าย ตัวอย่างของข่าวสารก็ได้แก่ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังได้มีการออกแบบระบบซอฟต์แวร์ให้สามารถทำการแบ่งการใช้งานระบบไฟล์ระหว่างผู้ใช้งานภายในเครื่องคอมพิวเตอร์หนึ่งกับผู้ใช้งานรายอื่นซึ่งใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นในระบบเครือข่ายได้อีกด้วย ทำให้ผู้ใช้งานภายในระบบเครือข่ายไม่จำเป็นจะต้องรับทราบว่าโดยแท้จริงแล้วไฟล์ที่ตนกำลังใช้งานอยู่นั้นเก็บอยู่ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ชื่อใด การอ้างถึงไฟล์จะกระทำเสมือนหนึ่งว่าไฟล์ดังกล่าวอยู่ในระบบไฟล์ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ตนใช้งานอยู่ ด้วยเหตุดังกล่าวผู้ใช้งานจึงสามารถใช้งานยูทิลิตี้พื้นฐานต่าง ๆ ของระบบปฏิบัติการ UNIX เช่น **cat, vi, lpr, mv** ในการจัดการกับไฟล์ได้ทันที

และเนื่องจากขีดความสามารถของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันที่สามารถรองรับการติดต่อสื่อสารด้วยอัตราเร็วสูง ระบบปฏิบัติการ UNIX ก็ได้มีการกำหนดชุดคำสั่งใหม่ขึ้นเพื่อประโยชน์ในการใช้งาน เช่น **ruptime** และ **rwho** ซึ่งเป็นยูทิลิตี้ที่ใช้แสดงสถานะของเครื่องคอมพิวเตอร์และของผู้ใช้งานที่อยู่บนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ท้องถิ่น (Local Are Network หรือ LAN) วงเดียวกัน นอกจากนั้นก็ยังมีการขยายขีดความสามารถของชุดคำสั่งหรือยูทิลิตี้ที่มีอยู่ก่อนแล้วให้สามารถใช้งานกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เช่น ผู้ใช้บริการสามารถใช้คำสั่ง **rlogin** และ **telnet** ในการล็อกอินไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นที่เชื่อมต่ออยู่กับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ หรือใช้คำสั่ง **rcp** และ **ftp** ในการถ่ายโอนไฟล์ข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์หนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่งโดยใช้ระบบ



รูปที่ 1 การเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครือข่ายแบบ Broadcast

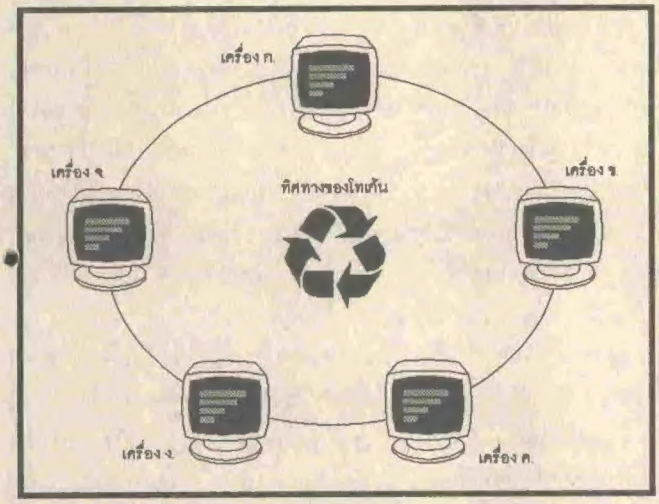
เครือข่ายเป็นตัวกลาง ในกรณีที่ต้องการส่งข้อความติดต่อสื่อสารกัน ผู้ใช้บริการสามารถใช้คำสั่ง **mail** และ **talk** ซึ่งได้รับการปรับปรุงให้มีขีดความสามารถเพิ่มขึ้นในการตรวจทราบแอดเดรสของเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางที่ต้องการติดต่อและดำเนินการเชื่อมโยงการสื่อสารระหว่างเครื่องทั้งสอง

ประเภทของเครือข่ายคอมพิวเตอร์

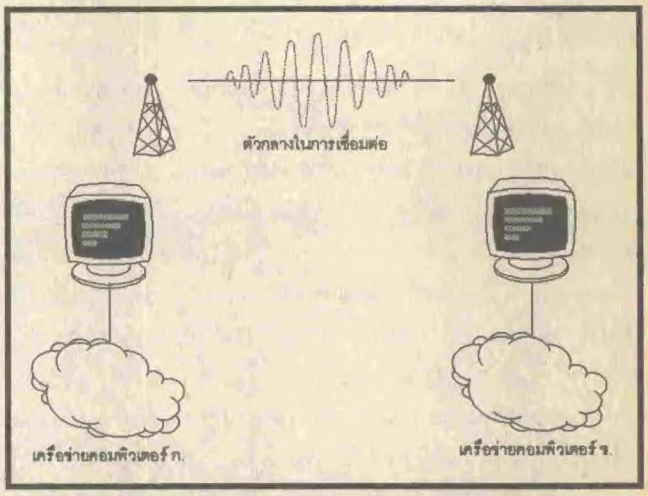
การเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งใช้ระบบปฏิบัติการต่าง ๆ (รวมถึงระบบปฏิบัติการ UNIX) เข้ากับเครือข่ายคอมพิวเตอร์โดยพิจารณาจากลักษณะของการเชื่อมต่อสามารถกระทำได้ 3 รูปแบบ ซึ่งพอที่จะกล่าวถึงรายละเอียดพอสังเขปรวมทั้งข้อดีข้อเสียได้ดังต่อไปนี้

การเชื่อมต่อแบบ broadcast

ตัวอย่างก็คือเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบอีเธอร์เน็ต (Ethernet) รูปแบบการเชื่อมต่อของเครือข่ายจะเป็นการนำเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งหมดมาต่อเชื่อมเข้ากับสายสัญญาณกลางดังแสดงในรูปที่ 1 การติดต่อสื่อสารจากคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่งจะกระทำขึ้นโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการส่งข้อมูลจะทำการส่งข้อมูลในรูปแพ็กเกจซึ่งมีแอดเดรสของเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางรวมอยู่ด้วยออกไปปรากฏบนคู่สายร่วม เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องที่เชื่อมต่ออยู่กับเครือข่ายตรวจพบว่ามีข้อมูลปรากฏขึ้นก็จะทำการเปรียบเทียบแอดเดรสของผู้รับซึ่งปรากฏอยู่ในข้อมูล เทียบกับแอดเดรสประจำตัวของตน หากตรงกันก็จะทำการอ่านข้อมูลดังกล่าวโดยการดึงข้อมูลขึ้นมาจากเครือข่าย อนึ่งในระหว่างที่มีข้อมูลปรากฏขึ้นบนเครือข่าย เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นนอกจากเครื่องที่เป็นผู้ส่งข้อมูลจะไม่สามารถทำการส่งข้อมูลใด ๆ ออกมาได้จนกว่าจะพบว่าไม่มีข้อมูลใด ๆ หลงเหลืออยู่บนเครือข่ายแล้ว



รูปที่ 2 การเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครือข่ายแบบ Token-ring



รูปที่ 3 การเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครือข่ายแบบ Point-to-point

ประสิทธิภาพของการสื่อสารในลักษณะดังกล่าวจะถูกจำกัดที่จำนวนเครื่องทั้งหมดที่เชื่อมต่ออยู่ด้วยกัน และอัตราการส่งข้อมูลข่าวสารเนื่องจากเมื่อจำนวนเครื่องมีมากขึ้นหรือจำนวนข่าวสารที่ต้องการส่งมีมากขึ้น โอกาสที่เครื่องคอมพิวเตอร์มากกว่า 1 เครื่องขึ้นไปจะทำการส่งข้อมูลลงไปในเครือข่ายในเวลาเดียวกันจะมีมากขึ้น ผลที่เกิดขึ้นก็คือการชนกันของข้อมูล (Collision) ซึ่งจะทำให้เนื้อความที่เครื่องแต่เครื่องทำการส่งลงไปในเครือข่ายไม่สามารถใช้การได้อีกต่อไป วิธีการในการควบคุมคุณภาพของการสื่อสารกระทำโดยเมื่อเกิดการชนกันของข้อมูลขึ้น เครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องที่ต้องการจะส่งข้อมูลจะหยุดทำการส่งข้อมูลและจะรอเป็นระยะเวลาช่วงหนึ่ง ค่าเวลาดังกล่าวเป็นค่าสุ่มซึ่งคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องจะหยุดรอด้วยเวลาไม่เท่ากัน เครื่องที่หยุดรอจนครบเวลาก่อนจะทำการส่งใหม่ หากเกิดการชนกันอีกก็จะเข้าสู่กระบวนการหยุดรออีก จะเห็นได้ว่าหากจำนวนเครื่องที่เชื่อมต่ออยู่กับเครือข่ายมีมากจนเกินไปจะทำให้อัตราการชนกันสูงขึ้นจนอาจทำให้คุณภาพของเครือข่ายอยู่ในระดับที่ไม่สามารถยอมรับได้ ข้อดีของการเชื่อมต่อแบบนี้ก็คือสามารถปลดเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดเครื่องหนึ่งออกจากเครือข่ายเมื่อใดก็ได้ เพราะไม่กระทบต่อการทำงานของเครือข่ายแต่ประการใด

การเชื่อมต่อแบบ token-ring

ตัวอย่างเช่น เครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบ FDDI ทั้งนี้ได้แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อในรูปที่ 2 จากรูปจะเห็นว่าเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องภายในเครือข่ายจะเชื่อมต่อกันในลักษณะคล้ายกับคนจับมือล้อมวงกัน เครือข่ายชนิดนี้จะมีการกำหนดข้อมูลอ้างอิงประเภทหนึ่งซึ่งมีชื่อเรียกว่า "โทเค็น" (Token) ซึ่งเป็นกลุ่มข้อมูลที่แสดงจุดเริ่มต้นของข่าวสารซึ่งจะวิ่งไปตามวงรอบของเครือข่าย หากเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งต้องการจะส่งข้อมูลออกไปก็จะต้องรอจนกระทั่งโทเค็นวิ่งมาถึงตนแล้วจึงทำการเพิ่มข้อมูลที่ต้องการส่งซึ่งรวมถึงแอดเดรสของเครื่องปลายทางลงไปในโทเค็น แล้วจึงปล่อยให้โทเค็นวิ่งต่อไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นจนกว่าจะไปถึงยังเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีแอดเดรสตรงกับแอดเดรสปลายทางที่ระบุไว้ในข้อมูลข่าวสาร เครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางก็จะทำการดึงข้อมูลออกมาจากโทเค็นแล้วปล่อยให้โทเค็นวิ่งต่อไปยังเครื่องอื่น ๆ อนึ่ง เครื่องคอมพิวเตอร์อื่น ๆ จะไม่สามารถทำการส่งข่าวสารได้ในขณะที่โทเค็นมีข้อมูลข่าวสารประกบอยู่ก่อนแล้ว

ประสิทธิภาพของการสื่อสารแบบนี้จะดีกว่าแบบ broadcast ในแง่ที่ว่าจะไม่มีการชนกันของข้อมูลเกิดขึ้นอย่างแน่นอน เนื่องจากมีการใช้โทเค็นสำหรับให้สิทธิในการส่งข้อมูล แต่อย่างไรก็ตาม จุดด้อยที่สำคัญของการเชื่อมต่อแบบนี้ก็มีอยู่ 2 ประการคือ ประการแรกก็คือ หากจำนวนเครื่องที่นำมาเชื่อมต่อมีมากเกินไปจะทำให้เกิดการหน่วงในการติดต่อสื่อสารมาก ทั้งนี้เพราะกว่าโทเค็นจะวิ่งครบรอบก็ต้องใช้เวลานานหากปริมาณข้อมูลที่ต้องการจะส่งมีจำนวนมากก็จะต้องใช้เวลานานขึ้นกว่าจะส่งได้จนครบทั้งหมด และประการที่สอง หากเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดเครื่องหนึ่งเกิดการทำงานผิดพลาดหรือถูกตัดออกจากเครือข่ายโดยอุบัติเหตุ โทเค็นจะไม่สามารถวิ่งไปได้ครบวงรอบ ทำให้การสื่อสารทั้งเครือข่ายถูกตัดขาด อย่างไรก็ตาม สำหรับในเครือข่าย FDDI ก็ได้มีการออกแบบกลยุทธ์ในการจัดการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้เอาไว้แล้ว สำหรับรายละเอียดต่าง ๆ ผู้เขียนจะขอแยกไปกล่าวถึงในบทความชุด "เข้าใจการทำงานของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ด้วยตนเอง" ซึ่งกำลังจะลงตีพิมพ์ในนิตยสารไมโครคอมพิวเตอร์เร็ว ๆ นี้

การเชื่อมต่อแบบ point-to-point

หลาย ๆ ท่านอาจคิดว่าการเชื่อมต่อแบบนี้ไม่น่าจะเป็นเรื่องของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพราะดูคล้ายกับจะเป็นการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์เพียง 2 เครื่องเข้าด้วยกัน แต่ในทางปฏิบัติหากเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งสองเครื่องนั้นเป็นเครื่องที่ทำหน้าที่เป็นเกตเวย์หรือประตูเชื่อมระหว่างเครือข่ายคอมพิวเตอร์ 2 เครือข่าย ก็จะเห็นได้ว่าการเชื่อมต่อแบบนี้ก็เป็นส่วนหนึ่งของเครือข่ายคอมพิวเตอร์เช่นเดียวกัน ทั้งนี้ขอให้ดูจากรูปที่ 3 รูปแบบการเชื่อมต่อแบบนี้อาจจะเป็นการใช้สายเคเบิล วงจรสื่อสารผ่านดาวเทียม หรือการเชื่อมต่อทางคลื่นวิทยุ ข้อดีของการเชื่อมต่อแบบนี้ก็คือสามารถควบคุมปริมาณข้อมูลที่รับส่งระหว่างกันได้แน่นอน วิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดปัญหาได้ง่าย เนื่องจากมีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องกันจริง ๆ เพียง 2 เครื่องเท่านั้น

เมื่อกล่าวถึงรูปแบบของการเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ากับเครือข่ายไปแล้ว สิ่งต่อไปที่จะต้องกล่าวถึงก็คือรูปแบบในการจัดประเภทของเครือข่ายตามขนาดและพื้นที่การใช้งาน ทั้งนี้นับเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องกล่าวถึงเพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาถึงเรื่องของอภิมหาเครือข่าย หรือ "อินเทอร์เน็ต" ในขั้นต่อไป ในการจัดแบ่งเครือข่ายออกตามขนาดและพื้นที่การใช้งานนั้นสามารถกำหนดออกได้เป็น 3 ประเภท คือ Local Area Network (LAN), Metropolitan Area Network (MAN) และ Wide Area Network (WAN) ในที่นี้จะขอกล่าวถึงเครือข่ายแบบ LAN และ WAN เท่านั้น

เครือข่าย Local Area Network (LAN)

เครือข่าย LAN เป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ซึ่งเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ที่อยู่ภายในองค์กรหรือหน่วยงานเดียวกันซึ่งมีระยะห่างกันไม่มากนัก เช่น ภายในอาคารเดียวกัน หรืออาคารใกล้ ๆ กัน เป็นต้น ในปัจจุบันตัวกลางที่ใช้ในการเชื่อมต่อจะเป็นสายเคเบิลหรือใยแก้วนำแสง แต่คาดกันว่าในอนาคตอาจจะได้รับการพัฒนาให้ใช้การเชื่อมต่อแบบไร้สาย เช่น แสงอินฟราเรด หรือคลื่นวิทยุได้ ในที่นี้จะขอกล่าวถึงประเภทของเครือข่าย LAN แยกตามชนิดของตัวกลางที่ใช้งานกันอยู่ในปัจจุบันทั้ง 2 ประเภท ดังนี้

● **เครือข่าย LAN แบบอีเธอร์เน็ต** เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ UNIX ในปัจจุบันจะเชื่อมต่อกับเครือข่าย LAN โดยใช้เทคโนโลยีการเชื่อมต่อแบบอีเธอร์เน็ตซึ่งรองรับการรับส่งข้อมูลได้ด้วยอัตราเร็วถึง 10 เมกะบิตต่อวินาที (10 ล้านบิตต่อวินาที) อัตราเร็วดังกล่าวเพียงพอที่จะรองรับการใช้งานประเภทต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดีหากจำนวนเครื่องที่ร่วมใช้เครือข่ายมีไม่มากนัก ทั้งนี้เพราะรูปแบบการเชื่อมต่อแบบอีเธอร์เน็ตคือการเชื่อมต่อแบบ broadcast นั่นเอง

ประเภทของสายสัญญาณที่ใช้ในการเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ากับเครือข่าย LAN แบบอีเธอร์เน็ตมีอยู่ 3 ชนิด ทั้งนี้ไม่นับถึงการนำใยแก้วนำแสงมาใช้ในการเชื่อมต่อ ซึ่งในกรณีนี้จะต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการเชื่อมต่อ สายสัญญาณประเภทแรกได้รับการกำหนดให้ใช้งานตามมาตรฐานการออกแบบเครือข่ายในยุคแรก ๆ เป็นสายโคแอกเชียลที่มีขนาดใหญ่ เรียกว่า thicknet แต่เนื่องจากขนาดที่ใหญ่และความไม่สะดวกในทางปฏิบัติหลาย ๆ ประการจึงได้มีการพัฒนาและกำหนดให้ใช้สายโคแอกเชียลชนิดบางหรือ thinnet และยังสามารถใช้คู่ตีเกลียว (twisted pair) ชนิดเดียวกับที่ใช้เป็นสายโทรศัพท์เป็นสายสัญญาณในการเชื่อมต่อกับเครือข่าย LAN แบบอีเธอร์เน็ตได้อีกด้วย

การรับส่งข้อมูลภายในเครือข่าย LAN แบบอีเธอร์เน็ตจะกระทำโดยการที่เครื่องคอมพิวเตอร์ทำการส่งข้อมูลในรูปของแพ็กเกจซึ่งมีแอดเดรสของเครื่องปลายทางรวมอยู่ด้วยลงบนเครือข่าย หากเครื่องปลายทางคือเครื่องที่เชื่อมต่ออยู่บน LAN วงเดียวกันก็จะทำการดึงแพ็กเกจออกจากเครือข่ายและอ่านข้อมูลไปใช้งานต่อไป ในกรณีที่เครื่องปลายทางมิได้เชื่อมต่ออยู่กับ LAN วงเดียวกับเครื่องที่ทำการส่ง แพ็กเกจดังกล่าวก็จะถูกส่งต่อไปยังเครือข่ายอื่น ๆ โดยผ่านทางอุปกรณ์เชื่อมต่อชนิดหนึ่งซึ่งมีชื่อว่า router ซึ่งทำหน้าที่เป็นประตูสำหรับเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์หนึ่ง ๆ กับเครือข่ายอื่น ๆ

● **เครือข่าย LAN แบบ FDDI หรือ Fibre Distributed Data Interface** ใช้เทคนิคในการเชื่อมต่อกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบ token-ring แม้ว่ามาตรฐานดังกล่าวจะสามารถรองรับอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลได้สูงมากกว่า 100 เมกะบิตต่อวินาทีก็ตาม แต่เนื่องจากข้อจำกัดและความไม่สะดวกหลาย ๆ ประการจึงทำให้ FDDI ไม่สามารถเป็นมาตรฐานหลักในการใช้งานเชื่อมต่อกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไปได้ สาเหตุประการแรกก็คือพัฒนาการของเครือข่ายอีเธอร์เน็ตเองซึ่งในปัจจุบันก็ได้มีรุ่นที่ทำอัตราเร็วได้ถึง 100 เมกะบิตต่อวินาทีแล้ว (Fast Ethernet) ประกอบกับปัจจัยประการที่สองซึ่งได้แก่การที่เครือข่าย FDDI ต้องใช้งานร่วมกับตัวกลางที่เป็นใยแก้วนำแสงซึ่งจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้าอันเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาค่อนข้างแพง แม้จะมีการพัฒนาให้สามารถใช้งานร่วมกับสายโคแอกเชียลได้แล้วก็ตาม แต่ FDDI ก็ยังมิได้รับการยอมรับมากเท่าที่ควร

เครือข่าย Wide Area Network (WAN)

เครือข่าย WAN เป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ครอบคลุมพื้นที่เป็นวงกว้าง เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ได้รับการออกแบบมาให้ใช้งานกับเครือข่ายแบบ LAN เช่น เทคโนโลยีอีเธอร์เน็ต และ FDDI ได้รับการพัฒนาเพื่อเอาชนะขีดจำกัดในเรื่องของระยะทางสำหรับนำมาร่วมใช้งานกับเครือข่าย WAN บางครั้งจะพบว่ามีการใช้เครือข่าย WAN สำหรับเชื่อมต่อเครือข่าย LAN หลาย ๆ เครือข่ายเข้าด้วยกัน ตัวอย่างของเครือข่าย WAN ในลักษณะดังกล่าวก็คือเครือข่าย NFSnet ในสหรัฐอเมริกาซึ่งเชื่อมต่อเครือข่าย LAN ที่เป็นเครือข่ายประจำมหาวิทยาลัย สถาบันวิจัยและทดลอง และองค์กรหรือบริษัทต่าง ๆ จำนวนมากเข้าด้วยกัน

ในการที่เครื่องคอมพิวเตอร์จะสามารถดำเนินการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ทั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นผู้รับและเครื่องที่เป็นผู้ส่งจะต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบของการแลกเปลี่ยนข้อมูลอย่างเคร่งครัด กฎระเบียบดังกล่าวมีชื่อเรียกว่าโปรโตคอล (protocol) ซึ่งในกรณีของระบบปฏิบัติการ UNIX มีการใช้งานโปรโตคอลหลัก คือ TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) สำหรับยูทิลิตี้ที่จำเป็นต้องอาศัยความเที่ยงตรงอย่างสูงในการรับส่งข้อมูล เช่น **rlogin** หรือ **rcp** จะใช้โปรโตคอล TCP/IP แต่สำหรับยูทิลิตี้ที่ไม่จำเป็นต้องใช้ความเที่ยงตรงในการรับส่งข้อมูลสูงมากนักก็จะใช้เพียงโปรโตคอล UDP (User Datagram Protocol) ตัวอย่างเช่น **ruptime** หรือ **rwho** เป็นต้น สำหรับโปรโตคอลชนิดอื่น ๆ ซึ่งได้รับการออกแบบเป็นการเฉพาะ เช่น XNS (Xerox Network Software) หรือ DECnet (DEC Network) จะไม่ได้รับการสนับสนุนการทำงานจากระบบปฏิบัติการ UNIX มากนัก

เรื่องของโฮสต์แอดเดรส

เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องที่เชื่อมต่ออยู่กับเครือข่ายคอมพิวเตอร์จะต้องได้รับการกำหนดแอดเดรสประจำ หรือโฮสต์แอดเดรส (host address) เพื่อใช้ในการอ้างถึงโดยเครื่องคอมพิวเตอร์อื่น ๆ ในระบบเครือข่าย ในกรณีที่เครื่องคอมพิวเตอร์เชื่อมต่ออยู่กับหลาย ๆ เครือข่าย ก็จำเป็นที่จะต้องมีการกำหนดแอดเดรสจำนวนหลายชุด แต่ละชุดใช้สำหรับการอ้างถึงของแต่ละเครือข่าย สำหรับแอดเดรสที่ใช้ในกรณีของระบบปฏิบัติการ UNIX จะเป็นแอดเดรสที่มีชื่อว่า IP (Internet Protocol) ซึ่งเป็นชุดกลุ่มตัวเลข 4 ชุดเขียนเรียงกันโดยคั่นแต่ละชุดด้วยเครื่องหมาย "." เช่น 203.145.0.1 เป็นต้น การจัดสรรแอดเดรสให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์จะเป็นหน้าที่ของหน่วยงานซึ่งมีชื่อว่า NIC (Network Information Center) ซึ่งหน่วยงานดังกล่าวจะดำเนินการจัดสรรและกำหนดกลุ่มหมายเลข IP ให้กับหน่วยงานต่าง ๆ ที่ร้องขอเลขแอดเดรสสำหรับใช้งาน

โดยทั่วไปกลุ่มตัวเลขที่อยู่ซ้ายสุด 2 กลุ่มแรกของเลขหมาย IP จะใช้แทนเครือข่ายในระดับใหญ่ที่สุด เช่น เครือข่ายประเทศ เป็นต้น สำหรับกลุ่มที่สามจะใช้แทนเครือข่ายย่อยภายในเครือข่ายใหญ่ และตัวเลขกลุ่มสุดท้ายใช้ในการอ้างถึงเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดเครื่องหนึ่งในเครือข่ายย่อยนั้น ๆ การแปลงความหมายของเลขหมาย IP ให้เป็นรูปธรรมนั้น (ดูจากเลขหมาย IP แล้วทราบว่าเป็นการอ้างถึงคอมพิวเตอร์เครื่องใด) จะเป็นหน้าที่ของผู้บริหารเครือข่ายในการจัดเตรียมข้อมูล โดยทั่วไปผู้ใช้งานทุกคนมักต้องการที่จะอ้างถึงเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้ตัวอักษรมากกว่าการที่จะต้องมาคอยจดจำเลขหมาย IP การตั้งชื่อด้วยตัวอักษรเพื่อใช้แทนการอ้างเลขหมาย IP จึงเป็นสิ่งที่เพิ่มความสะดวกในการติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายได้เป็นอย่างยิ่ง ในกรณีของระบบปฏิบัติการ UNIX ก็ได้มีการสนับสนุนการตั้งชื่อแทนเลขหมาย IP ขอให้ลองใช้คำสั่ง ls แสดงเนื้อหาของไฟล์ /etc/hosts ภายในคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่ง ซึ่งเป็นไฟล์ที่เก็บตารางความสัมพันธ์ระหว่างเลขหมาย IP และชื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออยู่ในระบบเครือข่าย ซึ่งจากตัวอย่างจะเป็นดังนี้

```
$ ls /etc/hosts
127.0.0.1       localhosts
203.145.0.1     engineer.elephant.co.th         eng
203.145.0.2     hr.elephant.co.th               human
203.145.0.3     goodman.elephant.co.th          goodman
203.145.0.4     hurricane.elephant.co.th        hurry
```

จากผลลัพธ์ที่ได้จะเห็นว่าผู้ใช้งานสามารถอ้างชื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ด้วยเลขหมาย IP หรือชื่อที่เป็นตัวอักษร (โดยทั่วไปมักเรียกกันว่า symbolic name) ซึ่งมีทั้งที่เป็นชื่อเต็ม และชื่อย่อ ตัวอย่างเช่น ผู้ใช้งานสามารถทำการ login เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีหมายเลข IP 203.145.0.1 ได้ด้วยการพิมพ์คำสั่งได้ 3 แบบ ดังนี้ คือ **login 203.145.0.1** หรือ **login engineer.elephant.co.th** หรือ **login eng** เป็นต้น การอ้างถึงชื่อย่อนั้นจะสามารถกระทำได้เฉพาะกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออยู่ร่วมเครือข่าย LAN เดียวกันกับเครื่องที่กำลังใช้งานอยู่เท่านั้น ทั้งนี้เพราะโดยทั่วไปผู้บริหารระบบมักจะกำหนดชื่อย่อให้เฉพาะกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ใน LAN วงเดียวกัน สำหรับแอดเดรสหมายเลข 127.0.0.1 จะต้องถูกสงวนเอาไว้สำหรับใช้เป็นชื่อพิเศษคือ localhost ซึ่งชื่อดังกล่าวจะถูกใช้ในการเชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์ในส่วนของการจัดการเครือข่ายภายในเครื่องคอมพิวเตอร์นั้น ๆ

ข้อสังเกตประการหนึ่งจากไฟล์ /etc/hosts ก็คือ การเทียบค่าระหว่างเลขหมาย IP กับชื่อเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นนับเป็นวิธีการที่ไม่มีประสิทธิภาพเมื่อคิดถึงการเชื่อมต่อของเครื่องคอมพิวเตอร์นับสิบล้านเครื่องเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หากจะทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานอยู่ทราบชื่อเรียกเทียบกับเลขหมาย IP ของเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องในโลกโดยการเติมข้อมูลลงในไฟล์ดังกล่าวคงมิใช่สิ่งที่ทำได้ง่ายแน่นอน เนื่องจากในแต่ละวันมีการเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ใหม่ ๆ เข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนับร้อยนับพันเครื่อง แนวคิดที่เหมาะสมที่สุดก็คือการกำหนดให้มีเครื่องคอมพิวเตอร์กลางทำหน้าที่ในการปรับข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างชื่อเครื่องคอมพิวเตอร์และเลขหมาย IP แทนที่จะให้เป็นหน้าที่ของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานอยู่แต่ละเครื่อง การเพิ่มเครื่องคอมพิวเตอร์ใหม่เข้าในเครือข่ายก็จะต้องได้มีการแจ้งไปยังหน่วยงานที่ทำหน้าที่จัดการฐานข้อมูลดังกล่าว ดังนั้นการอ้างถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ใด ๆ ในโลกที่เชื่อมต่ออยู่กับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยใช้ชื่อเรียกจึงสามารถกระทำได้โดยง่าย ปัจจุบันหน่วยงานที่ทำหน้าที่จัดการการเทียบชื่อดังกล่าวก็คือ DNS (Domain Name Service) ซึ่งมาตรฐานที่ใช้ก็คือมาตรฐานที่มีชื่อเดียวกัน ผู้เขียนจะขอกล่าวถึงเรื่องนี้อีกครั้งในบทความตอนต่อไป

การติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่าย

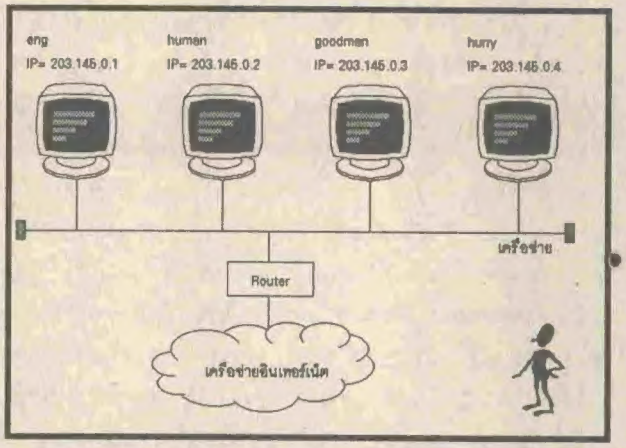
หลังจากที่ได้กล่าวถึงรายละเอียดทางเทคนิคของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์กันไปแล้ว จากนี้ไปผู้เขียนจะขอกล่าวถึงความสามารถของระบบปฏิบัติการ UNIX ที่ช่วยสนับสนุนการสื่อสารผ่านเครือข่าย จากที่ได้เคยกล่าวถึงคำสั่งต่าง ๆ ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้บริการซึ่งใช้งานอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์หลักเดียวกัน เช่น คำสั่ง **mail, finger** หรือ **talk** ไปในบทความตอนที่ 2 นั้น ในกรณีของการติดต่อสื่อสารผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ต่างสถานที่กันก็ยังคงกำหนดใช้คำสั่งเหล่านี้ ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากปรัชญาในการออกแบบระบบปฏิบัติการ UNIX ซึ่งพัฒนาขีดความสามารถของชุดคำสั่งที่มีอยู่แต่เดิม แทนที่จะทำการสร้างคำสั่งใหม่ ๆ ขึ้น นอกจากนี้ก็ยังมีชุดคำสั่งใหม่ ๆ ที่จะขอกล่าวถึงเพิ่มเติม เช่น คำสั่ง **telnet** และ **ftp** เป็นต้น

การอ้างถึงผู้ใช้งานในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์นั้นจะมีความแตกต่างกับในกรณีของการอ้างภายในเครื่องคอมพิวเตอร์หลักเดียวกัน ทั้งนี้โดยทั่วไปการอ้างอิงถึงผู้ใช้งานรายใดรายหนึ่งจะอยู่ในรูปของ *user@host* อ่านว่า "user at host" ความแตกต่างของการอ้างถึงผู้ใช้งานภายในเครื่องคอมพิวเตอร์หลักเดียวกัน กับการอ้างถึงผู้ใช้งานภายในเครือข่ายคอมพิวเตอร์จะต่างกัน เช่น หากมีการอ้างถึง *wallaya@elephant.smile.com* ร่วมกับชุดคำสั่งใด ๆ ระบบปฏิบัติการจะรับทราบว่าเป็นการอ้างถึงผู้ใช้งานชื่อ wallaya ซึ่งเป็นผู้ใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีชื่อว่า *elephant.smile.com* แต่หากเปลี่ยนรูปแบบการอ้างเป็น *wallaya* ระบบ UNIX จะทราบว่าเป็นการอ้างถึงผู้ใช้งานชื่อ wallaya ซึ่งเป็นผู้ใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์เดียวกับผู้พิมพ์คำสั่ง

โดยทั่วไปเมื่อมีการใช้งานข้ามเครือข่าย ผู้ใช้งานระบบปฏิบัติการ UNIX มักพบกับความสับสนเนื่องจากไม่ทราบว่าในขณะนี้ตนกำลังเชื่อมต่ออยู่กับเครื่องคอมพิวเตอร์ใด ทั้งนี้เพราะอาจมีการใช้คำสั่ง **telnet** หรือ **rlogin** ข้ามไปยังเครื่องต่าง ๆ จนเกิดความสับสน ระบบปฏิบัติการ UNIX มีการกำหนดคำสั่ง **hostname** สำหรับใช้ในการแสดงชื่อของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ตนกำลังใช้งานอยู่ ระบบปฏิบัติการ UNIX บางชนิดอาจแสดงเป็นชื่อย่อของเครื่อง แต่ระบบปฏิบัติการ UNIX บางชนิดก็แสดงเป็นชื่อเต็ม ซึ่งหากต้องการให้แสดงเป็นชื่อย่อก็สามารถทำได้โดยใช้คำสั่ง hostname -s ดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
% hostname                          ← ระบบปฏิบัติการ UNIX ประเภทที่ 1
goodman
% hostname                          ← ระบบปฏิบัติการ UNIX ประเภทที่ 2
goodman.elephant.co.th
% hostname -s
goodman
```

ทั้งนี้ผู้ใช้งานสามารถนำผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้คำสั่ง **hostname** มาใช้เป็นชื่อ prompt เพื่อให้สะดวกต่อการจำว่ากำลังใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ใดอยู่ในปัจจุบัน สำหรับวิธีการในการแก้ไข prompt จากเครื่องหมาย "%" ไปเป็นชื่อของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่กำลังใช้งานอยู่ทั้งในกรณีของเชลล์แบบบอร์นและเชลล์แบบซีเป็นดังต่อไปนี้



รูปที่ 4 ตัวอย่างเครือข่ายคอมพิวเตอร์ประกอบการยกตัวอย่าง

```
% PS1= " ' hostname ': "          ← เชลล์แบบบอร์น
goodman:

% set prompt = ' hostname '       ← เชลล์แบบซี
goodman
```

ตัวอย่างที่ผู้เขียนจะขอหยิบยกขึ้นมากล่าวถึงประกอบการอธิบายจะอยู่ภายใต้โครงสร้างการเชื่อมต่อของเครื่องคอมพิวเตอร์ตามรูปที่ 4 ซึ่งเป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของบริษัทแห่งหนึ่ง ประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งสิ้น 4 เครื่อง ผู้เขียนจะขอสมมติตัวเองว่ากำลังใช้งานอยู่กับเครื่องคอมพิวเตอร์ชื่อ goodman.elephant.co.th ซึ่งมีชื่อย่อว่า goodman

ยูทิลิตี้แรกที่จะขอกล่าวถึงก็คือคำสั่ง **finger** ซึ่งได้เคยกล่าวถึงไว้ในบทความตอนที่ 2 ซึ่งเป็นกรณีของการตรวจสอบการใช้งานของผู้ใช้งานซึ่งอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์เดียวกัน สำหรับการใช้งานคำสั่งดังกล่าวข้ามเครื่องคอมพิวเตอร์ก็ยังคงเป็นไปในลักษณะเดียวกัน โดยการใช้คำสั่ง **finger** อ้างถึงเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นที่เชื่อมต่ออยู่บนเครือข่ายจะให้แสดงสถานะการใช้งานของผู้ใช้งานทั้งหมดในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อ้างถึง ตัวอย่างที่จะขอกล่าวถึงเป็นการใช้คำสั่ง finger แสดงสถานะการใช้งานของผู้ใช้งานในเครื่องคอมพิวเตอร์ชื่อ eng

```
goodman% finger @eng
[eng]
Login     Name          TTY     Idle    When          Where
meng      Meng Po Pla   tty02   0       Sun 10:48
supaluk   Suppaluk Prod tty01   32      Sat 15:14
wallaya   Wallaya Pien  ttyp0   9       Sat 14:2      eng
```

หากต้องการทราบข้อมูลเฉพาะตัวผู้ใช้งานก็สามารถทำได้โดยการเพิ่ม login name ของผู้ใช้งานรายนั้นหน้าเครื่องหมาย @eng ตัวอย่างเช่น ต้องการทราบข้อมูลรายละเอียดการใช้งานของผู้ใช้งานที่ชื่อว่า supaluk ในเครื่องคอมพิวเตอร์ eng จะทำได้ดังนี้

```
goodman% finger supaluk@eng
[eng]
Login name: supaluk              In real life:Supaluk Prod
Directory: /home/supaluk                 Shell: /bin/csh
On since Jan 31 15:14:41 on tty01
21 minutes Idle Time

goodman%
```

กระบวนการทำงานของคำสั่ง **finger** เริ่มจากการที่เครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้งาน (ในที่นี้คือ goodman) ทำการร้องขอบริการจากเดมอนโปรเซสที่กำลังทำงานอยู่บนเครื่องปลายทาง (eng) ให้แสดงรายชื่อของผู้ใช้งานพร้อมทั้งรายละเอียดต่าง ๆ กลับมายังเครื่องต้นทาง อย่างไรก็ตาม แม้ผู้เขียนจะได้กล่าวมาแล้วว่าเดมอนโปรเซสเป็นโปรเซสการทำงานที่ได้รับการติดตั้งมากับระบบปฏิบัติการ UNIX ทุกระบบ แต่ในคอมพิวเตอร์บางเครื่องก็มีการบังคับไม่ให้โปรเซสดังกล่าวทำงาน ทั้งนี้ก็เพื่อลดปริมาณโหลดที่เกิดขึ้นบนเครื่องนั้น ๆ ดังนั้นการใช้คำสั่ง **finger** อ้างไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ประเภทดังกล่าวเพื่อขอข้อมูลการใช้งานมักจะได้รับข้อความผิดพลาดหรือข้อมูลขยะกลับมา บางครั้งอาจไม่ได้รับการตอบกลับใด ๆ แม้ในกรณีที่มีการตอบกลับ เครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางก็อาจจะได้รับการกำหนดปริมาณของข้อมูลที่ยินยอมจะให้ส่งกลับมายังเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำการร้องขอข้อมูล ดังนั้นข้อมูลที่ผู้อ่านได้รับจากการทดลองใช้คำสั่ง **finger** อาจมีความแตกต่างจากตัวอย่างที่ได้แสดงไว้ ณ ที่นี้บ้าง

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างของรูปแบบข้อมูลที่ได้รับจากการใช้คำสั่ง **finger** ระหว่างการเรียกไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์อื่น กับการเรียกภายในเครื่องตนเองจะพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันมากนักในด้านของรูปแบบการนำเสนอ สิ่งที่แตกต่างกันประการเดียวก็คือผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้คำสั่ง **finger** กับเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นจะมีการแทรกชื่อของเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางก่อนข้อมูลอื่น ๆ ซึ่งจากตัวอย่างก็จะได้เห็นเป็นคำว่า [eng] ซึ่งเป็นชื่อย่อของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีชื่อว่า engineer.elephant.co.th ชื่อย่อที่ได้รับกลับมาอาจไม่ตรงกันกับชื่อย่อที่ได้มีการกำหนดไว้ในไฟล์ /etc/hosts ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการทำงานของเดมอนโปรเซสในเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางว่าได้รับการกำหนดให้จัดรูปแบบการตอบกลับอย่างไร

นอกจากคำสั่ง **finger** แล้ว ผู้ใช้งานระบบปฏิบัติการ UNIX ยังสามารถใช้คำสั่ง mail สำหรับส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ข้ามเครือข่ายไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางได้ ทั้งนี้ขอให้เพียงทราบ login name และชื่อเครื่องของผู้ใช้งานที่ต้องการจะติดต่อด้วยเท่านั้น ทั้งนี้ตัวอย่างของการใช้คำสั่ง mail ซึ่งผู้เขียนจะส่งไปหาผู้ใช้งานชื่อ sarapom ซึ่งใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ชื่อ hr.elephant.co.th เป็นดังนี้

```
goodman% mail saraporn@human
Dear K. Saraporn
I have been requested by our supplier to send them a list of
participant in "UNIX overview" course held in Grand Hyatt
Erawan hotel in next two weeks. Should you help me preparing
these information and reply me back as soon as possible ? I
am very appreiciated for your kindly co-operative.
Best Regards,
Pairoj
```

ในกรณีที่ต้องการติดต่อกับผู้ใช้งานรายอื่นแบบอินเตอร์แอคทีฟ ระบบปฏิบัติการ UNIX ก็ได้ขยายขีดความสามารถของคำสั่ง **talk** ให้สามารถรองรับการใช้งานข้ามเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้หากต้องการส่งข้อความแบบออนไลน์ไปยังผู้ใช้งานชื่อ wallaya ซึ่งเป็นผู้ใช้งานบนเครื่อง engineer.elephant.co.th ก็สามารถทำได้โดยการพิมพ์

```
goodman% talk wallaya@eng
```

สำหรับผู้ใช้งานซึ่งมี login account อยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์ 2 เครื่องหรือหลายเครื่องซึ่งเชื่อมต่ออยู่กับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ด้วยกัน และมีความประสงค์ที่จะทำการ login เข้าไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องตามจุดประสงค์การใช้งานซึ่งอาจจะเป็นเพราะเครื่องคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่งมีความเร็วในการประมวลผลสูงกว่าเครื่องที่ใช้งานอยู่ หรืออาจจะมีอุปกรณ์ต่อพ่วงพิเศษ เช่น เครื่องพิมพ์ติดตั้งอยู่กับอีกเครื่องหนึ่ง ระบบปฏิบัติการ UNIX ก็ได้มีการกำหนดคำสั่งสำหรับใช้ในการ login ข้ามเครือข่ายไปใช้งานยังเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นได้ คำสั่งดังกล่าวได้แก่ **rlogin** และ **telnet** ซึ่งมีความแตกต่างกันเล็กน้อยในแง่ของการใช้งาน ดังจะได้กล่าวถึงต่อไป อนึ่ง ในกรณีที่ผู้ใช้งานมี login account ของตนเฉพาะในเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่ง แต่ต้องการจะทำการ login ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นซึ่งเชื่อมต่ออยู่กับเครือข่ายคอมพิวเตอร์เหมือนกันโดยใช้ login account ของผู้ใช้งานในเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางนั้นก็สามารถทำได้ในลักษณะเดียวกัน หลังจากผ่านกระบวนการ login แล้วผู้ใช้งานก็จะสามารถติดต่อสื่อสารกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำการ login เข้าไปนั้นเสมือนหนึ่งนั่งอยู่หน้าเครื่องจริง ๆ และเมื่อใช้งานเสร็จแล้วก็สามารถที่จะทำการ logout ออกจากเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางเพื่อกลับมายังส่วนประมวลผลของเครื่องคอมพิวเตอร์เดิมได้ตามปกติ

ในกรณีของการใช้งานระบบปฏิบัติการ UNIX ชนิดวินโดว์ เช่น Solaris ของบริษัท SUN Microsystem ผู้ใช้งานสามารถทำการเปิดวินโดว์จำนวนหลาย ๆ ชุดขึ้นมาบนหน้าจอ และยังสามารถกำหนดให้การทำงานที่เกิดขึ้นในแต่ละวินโดว์เป็นการ login ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ได้โดยอิสระ

สำหรับการใช้งานคำสั่ง **rlogin** เพื่อทำการ login ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ชื่อ hurry เป็นดังนี้

```
goodman% rlogin hurry
Password:
Last login: Fri Jan 28 21:21:55 from eng
hurry%
```

นอกจากจะใช้คำสั่ง **rlogin** ในการ login เข้าไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นแล้ว ผู้ใช้งานยังสามารถใช้คำสั่ง **telnet** ได้อีกด้วย ข้อแตกต่างระหว่างการใช้คำสั่ง **rlogin** กับ **telnet** ก็คือคำสั่ง **rlogin** สามารถใช้ในการ login ได้เฉพาะกับเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางที่ใช้ระบบปฏิบัติการ UNIX เท่านั้น ในขณะที่คำสั่ง **telnet** สามารถใช้ในการ login ได้ทั้งกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ UNIX และเครื่องที่มิได้ใช้ระบบปฏิบัติการ UNIX ตัวอย่างการใช้คำสั่ง **telnet** ในการ login ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ชื่อ hurry เป็นดังนี้

```
goodman% telnet hurry
Trying 203.145.0.4 ...
Connected to hurry.
Escape character is '^]'.
SunOS UNIX (hurry)
login: pairoj
Password:
Last login: Sun Feb 1 15:20:07 from goodman
hurry%

hurry% logout
Connection closed by foreign host.
goodman%
```

จากตัวอย่างข้างต้นจะเห็นว่าเมื่อใช้คำสั่ง **telnet** ในการ login ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการจะติดต่อด้วยแล้ว เครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางจะส่งข้อความเพื่อให้ใส่ login account อันแตกต่างจากในกรณีของการใช้คำสั่ง **rlogin** ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางจะถือว่า login account ที่ใช้เป็นตัวเดียวกันกับที่ผู้ใช้งานใช้ในเครื่องต้นทางที่ทำการ login ไว้แต่แรก หากผู้ใช้งานต้องการ login เข้าไปยังเครื่องปลายทางโดยใช้คำสั่ง **rlogin** และประสงค์ที่จะใช้ login account อื่นก็สามารถทำได้โดยการจัดรูปแบบคำสั่งดังต่อไปนี้

```
goodman% rlogin -l weera hurry
Password:
Last login: Sun Feb 1 15:31:55 from goodman
hurry%
```

ความแตกต่างอีกประการหนึ่งระหว่างคำสั่ง **rlogin** กับ **telnet** ก็คือคำสั่ง **telnet** เปิดโอกาสให้ผู้ใช้งานสามารถทำการกำหนดพารามิเตอร์พิเศษต่าง ๆ ได้ตามต้องการ ตัวอย่างเช่น การกำหนดการจัดการกับเครื่องหมาย carriage return เป็นต้น อนึ่ง ผู้ใช้งานสามารถทำการ login ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางโดยใช้คำสั่ง telnet ได้ 2 ลักษณะดังนี้

```
goodman% telnet hurry              ← รูปแบบที่ 1
Trying 203.145.0.4 ...
Connected to hurry.
Escape character is '^]'.
SunOS UNIX (hurry)
login: pairoj
Password:
Last login: Sun Feb 1 15:40:19 from goodman
hurry%

hurry% telnet                      ← รูปแบบที่ 2
telnet> open hurry
Trying 203.145.0.4 ...
Connected to hurry.
.
.
telnet> close
Connection closed by foreign host.
goodman%
```

การใช้งานคำสั่ง telnet ทั้ง 2 แบบต่างก็ให้ผลเช่นเดียวกันทุกประการ อนึ่ง ถ้าสังเกตดูก่อนที่ telnet จะแจ้งให้ผู้ใช้งานทำการ login เข้าสู่ระบบปฏิบัติการ จะมีการแจ้งรหัสซึ่งมีชื่อเรียกว่า escape character ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นเครื่องหมาย ^] (หมายถึง การกดปุ่ม Ctrl พร้อมกับปุ่มตัวอักษร J พร้อม ๆ กัน) ซึ่งหากมีการกดปุ่มดังกล่าวในช่วงเวลาใด ๆ ที่ยังใช้งาน **telnet** อยู่จะทำให้ตัวโปรแกรม **telnet** เปลี่ยนโหมดการทำงานไปอยู่ในโหมดการทำงานแบบอินเตอร์แอคทีฟ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถใช้งานชุดคำสั่งย่อยในตัวโปรแกรม **telnet** ได้ ทั้งนี้สามารถตรวจสอบรายการคำสั่งได้โดยการใช้พิมพ์เครื่องหมาย "?" พร้อมกับกดปุ่ม Enter สำหรับการออกจากโปรแกรม **telnet** วิธีที่ 2 ก็สามารถทำได้โดยการพิมพ์คำสั่ง **close** (ทั้งนี้จะต้องให้แน่ใจว่ามิได้อยู่ในโหมดการทำงานแบบอินเตอร์แอคทีฟแล้ว)

ผู้เขียนขอกล่าวทิ้งท้ายไว้เพียงเท่านี้ สำหรับฉบับหน้าเราจะมาศึกษากันต่อถึงเรื่องราวของระบบปฏิบัติการ UNIX กับระบบเครือข่ายในส่วนต่อไป แล้วพบกันครับ...